

CMI 報告

欧米のコンクリート構造物の 補修技術

谷倉 泉

1. はじめに

この10年近く、欧米を何度か訪問する機会があり、橋梁等のコンクリート構造物の維持補修に取り組む状況を伺いましたので、ここでその一部を紹介します。

欧米におけるコンクリート構造物の劣化要因の多くは塩害によるものですが、最近では中性化、凍害、アルカリ骨材反応等との複合劣化や疲労による事例も多くなってきています。劣化の実態も我が国と良く似ていますが、良質な対策を実施するために、多くの基礎研究や性能評価基準類の整備に着手してきており、新しい技術や材料も取り入れて基準類の見直しも図るというような柔軟な姿勢も見られます。これらの国々では、自然環境や管理基準が若干異なっていますが、欧州では最近のEU統合に合わせて規準類の統一化も進められています。

アメリカでは橋梁に関する年間の建設投資が約90億ドルと言われており（TEA-21プロジェクトを含む）、このうち維持改良（補修・更新）費がかなりの割合を占めるに至っているとのことです。また、昨年訪問したイタリアのANAS（もと道路公団で現在民営化されている）では、この10年間で橋梁の維持補修費が10倍となったことを反省し、現在は点検、モニタリング、補修に力を入れているとのことです。

最近では維持補修等の管理にはなかなか予算がつきにくい状況とも言われていますが、それだけに経済的で耐久性のある対策が重要になっていると言えます。

2. コンクリート構造物の補修技術

我が国における道路管理機関の維持補修費全体に占める

橋梁床版の補修費は、大きなウェイトを占めています。この床版の耐久性を高める一つの手段が床版上面への防水層の設置です。最近の実験、研究では、防水層を施工することにより、耐久性が50～100倍近く増加するとの成果も見られ、我が国の橋梁設計でも床版防水層の設置が定められるようになってきました。

防水層については、ドイツで早くからその重要性が認識され、材料や施工法について多くの実験、研究が行われています。EUの基準には、ドイツの性能評価手法が取り入れられています。施工上は下地コンクリートの表面処理や養生が重要で、路線の重要性や予算等に合わせて3種類の防水層（吹付け、1層シート、2層シート）が選定されて施工されています（写真-1）。

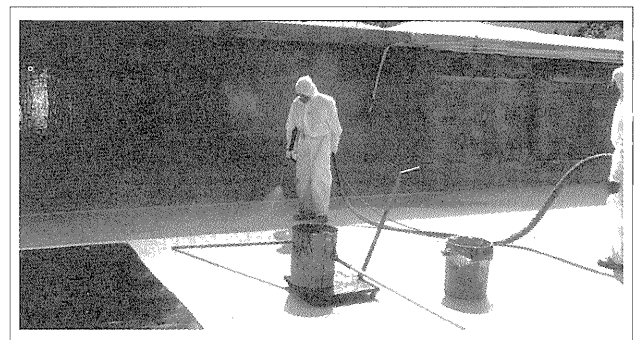


写真-1 吹付けによる橋面への防水層の施工

最近、橋の架替えを余儀なくされる劣化要因として、塩害の問題がクローズアップされています。スウェーデン等の北欧諸国では、鉄筋周りの塩化物イオン濃度がある程度以上であれば、再損傷を防ぐため、これをウォータージェット（以下、WJ）等により、完全に除去することが定められており、その技量を性能評価試験等によって評価しています。凍結防止剤を多量に散布するスイスにおいても、コンクリート除去の95%がWJによるとのことでした。WJの特長としては、打継ぎ界面で高い付着力が得られること、従来のように大型のハンドブレイカの使用による鉄筋損傷やコンクリート表面のひび割れを生じないこと等があり、イギリスなど多くの国で採用されていました。旧西ドイツ交通省では、塩害による鋼材（鉄筋、PC鋼材）腐食を始めとした損傷事例集も出版されています。

コンクリートが除去された部分は、断面を元どおりに修復する必要があります。ドイツやアメリカでは、多くの現場で吹付けコンクリート（以下、ショットクリート）による断面修復が行われてきています。ショットクリートは湿式（ウェット）と乾式（ドライ）の2種類の方法があり、乾式はノルマンが手元で水量を調整するため、ミキサで事前に混練りする湿式に比べると若干熟練が必要です。このため、欧州の多くの国では数日～1週間の講習会と実技

でノズルマンの教育を行うと共に、吹付け材料の性能を各種試験で評価認定しています。最近ではアメリカ（ACI）でもほぼ同様です。これらのショットクリートは、従来の斜面保護やトンネル巻立ての材料とは若干異なり、既設コンクリートとの付着性状や耐久性評価において高い性能が求められています（写真-2）。

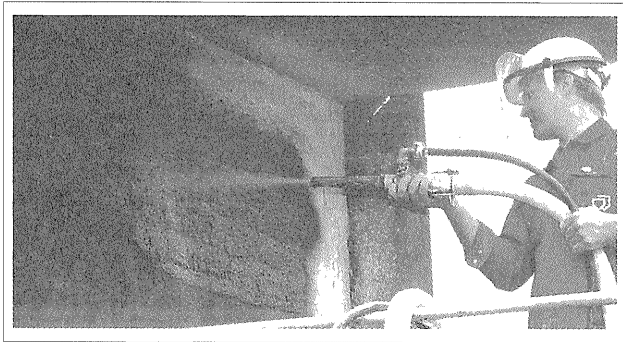


写真-2 ショットクリートによる断面修復

一方、港湾や海岸に面した構造物は飛来塩分に晒される環境に置かれています。これらの構造物に断面修復だけを施しても、周辺環境によっては再損傷を生じる可能性があります。このような場合は、コンクリートに表面被覆を行って塩分の浸透を防止するなどの対策を実施するほか、微弱電流の通電によって鋼材の腐食を電氣的に予防する電気防食などの手段が用いられることも多くなっています。

電気防食には各種の工法があり、構造物の損傷状態や補修工法、立地環境等に配慮した工法が選ばれます。イギリスでは電気防食指針がまとめられ、チタンロッドやチタンメッシュ等を用いた方法が、橋だけでなくビルなどの建築物にも用いられていました。最近では導電性材料を混入したモルタルや塗装も開発され、導電性の改良が試みられています。例えばマンチェスターユナイテッドのサッカースタジアムの屋根を支える支柱のほとんどでこれらの工法が適用され、鋼材の腐食が予防されていました。

3. マネージメントシステム

各種補修対策の選定や、効率的な構造物の維持管理に向けて、最近では特にブリッジマネージメントシステム（以下、BMS）の考え方が各国に導入されつつあります。これは橋の現況をいかに把握し、目標とする橋の性能を確保するために何時どのような対策を講じるか、限られた予算をどのように利用するかという管理システムを指します。

BMSの運用は、これまでに蓄積されている莫大な数の橋を確実かつ適切な方法で点検・記録し、部材ごとに重みを付けた劣化度の累計などから橋の健全度を判定し、対策着手のための順位付けをすることが一つのプロセスとなっ

ています。この結果に応じて国などから予算を確保し、補修対策を実施することで管理上の費用対効果を最大にしようとするものです。

アメリカでは約40州がPONTISというBMSを使用していますが、欧州ではいくつかのBMS開発プロジェクトがあり（BRIME, COST 345, SAMARISなど）、今後は各国内での調整も課題かと思われます。現状では点検結果や補修履歴などのデータベース化が十分ではない面も一部見られますが、BMSが将来の橋の維持補修に有用だと認識は共通しているようです。

4. おわりに

1980年代の荒廃したアメリカでは、Silver橋をはじめとしていくつかの橋が落下し、多くの犠牲者を出しました。この時の反省をもとに、現在のアメリカは維持補修に多くの英知と費用を結集して立直っています。これに対して欧州各国はアメリカのような広大な面積を保有するわけではなく、古き良き時代の社会資本ストックと近年の新しいデザインの橋をうまく調和させ、大事にきめ細かく管理してきた印象を受けます。ローマでは、2000年前に建造された石橋が今も利用されています。イタリアの技術者は、橋のことをPonte（橋）と言う単語以外に、道路の芸術品と言う言葉も使い、愛着を込めて説明していました。

わが国でも地域の人に愛され、喜ばれる道路や橋を造って大事にしていきたいものです。そのためには人や車に優しく、安心して使える耐久性のある構造物であることが必要ではないでしょうか。

当研究所も、このような維持補修技術の開発、普及について、微力ながら重点的に取り組んでいますので、今後ご支援のほどよろしくお願い申し上げます。 **JICMA**

《参考文献》

- 1) 岡田清監訳、成井信、上阪康雄共訳：ドイツ連邦交通省「橋梁その他構造物の損傷事例集82」、山海堂、土木施工、1986。
- 2) 谷倉、森、貝戸：「海外の維持管理に関する技術基準類の現状」、鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集、土木学会、2002.10
- 3) 日本鋼構造協会：「既設鋼橋部材の耐力・耐久性診断と補修・補強に関する資料集」、2002.1
- 4) 施工技術総合研究所：欧州土木構造物補修・補強調査報告書、1998、1999、2000、2001、2004
- 5) 施工技術総合研究所：米国土木構造物補修・補強調査報告書、2002

【筆者紹介】

谷倉 泉（たにくら いずみ）
社団法人日本建設機械化協会
施工技術総合研究所
研究第二部
次長